

ANTENNA

Patent Number: JP5347507
Publication date: 1993-12-27
Inventor(s): IMAIZUMI MOTORO; others: 01
Applicant(s): JUNKOSHA CO LTD
Requested Patent: ☐ JP5347507
Application Number: JP19920178968 19920612
Priority Number(s):
IPC Classification: H01Q1/38; H01Q1/27; H01Q5/00; H01Q9/28
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To simultaneously attain miniaturization and band-widening of the whole antenna by arranging a feeding element and a non-feeding element having different resonance frequencies so as to be separated from each other, and forming zigzag these elements, respectively.

CONSTITUTION: On one face of a printed board 1, a feeding element 2 and a non-feeding element 3 are formed so as to be separated from each other, each linear part 2a of the feeding element 2 is parallel to each other, and also, the respective center parts are positioned on the extension of a projecting piece 1a provided on the printed board 1 and arranged like in a line. Also, each linear part 2a is connected by a folding-back part 2b, and from the linear part 2a positioned on the lowest side, a connecting line part 2c extends to a through-hole 1b on the projecting piece 1a, and is grounded through a high frequency generating circuit F. The non-feeding element 3 is also formed zigzag by the linear part 3a and the folding-back part 3b, and in order to widen the frequency band, the overall length of the non-feeding element 3 is determined so that a resonance frequency of the non-feeding element 3 becomes a little different from a resonance frequency of the feeding element 2.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-347507

(43)公開日 平成5年(1993)12月27日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 Q	1/38	7037-5 J		
	1/27	7037-5 J		
	5/00	4239-5 J		
	9/28	4239-5 J		

審査請求 未請求 請求項の数18(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-178968

(71)出願人 000145530

株式会社調工社

東京都世田谷区宮坂2丁目25番25号

(22)出願日 平成4年(1992)6月12日

(72)発明者 今泉 元郎

東京都世田谷区宮坂2丁目25番25号 株式会社調工社内

(72)発明者 内野 新一

東京都世田谷区宮坂2丁目25番25号 株式会社調工社内

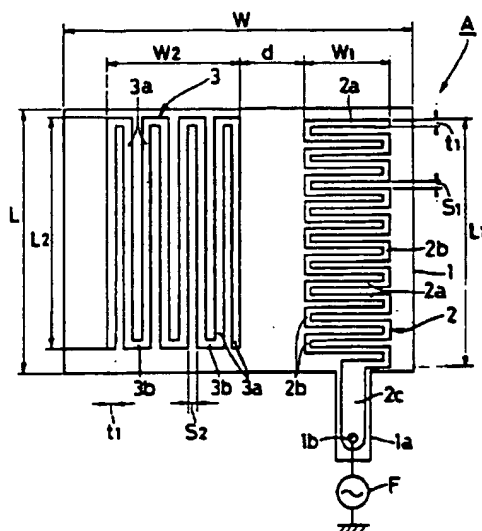
(74)代理人 弁理士 渡辺 昇

(54)【発明の名称】 アンテナ

(57)【要約】

【目的】 アンテナの小型化と広帯域化を達成する。

【構成】 フレキシブルプリント基板1には、給電素子2と無給電素子3とを互いに離して形成する。給電素子2は、互いに平行に配置された多数の線状部2aの端部を折り返し部2bを介して次連結することによってジグザグ状に形成する。同様に、無給電素子3を線状部3aと折り返し部3bとからジグザグ状に形成する。給電素子2と無給電素子4との各共振周波数については、僅かに異なるように設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】互いに離れて配置され、かつ互いに異なる共振周波数を有する給電素子と少なくとも1つの無給電素子とを備えており、前記給電素子と前記無給電素子とがほぼ一列横隊状に並べられた多数の線状部の端部を折り返し部によって順次連結することによってそれぞれジグザグ状に形成されていることを特徴とするアンテナ。

【請求項2】前記給電素子と前記無給電素子とがフレキシブルプリント基板に形成されていることを特徴とする請求項1に記載のアンテナ。

【請求項3】前記給電素子と前記無給電素子とが誘電体からなるアンテナ本体に設けられていることを特徴とする請求項1に記載のアンテナ。

【請求項4】前記アンテナ本体が柱状をなしていることを特徴とする請求項3に記載のアンテナ。

【請求項5】前記アンテナ本体が断面円形であることを特徴とする請求項4に記載のアンテナ。

【請求項6】前記アンテナ本体が断面多角形であることを特徴とする請求項4に記載のアンテナ。

【請求項7】前記給電素子と前記無給電素子とが前記アンテナ本体の外周面に設けられていることを特徴とする請求項4ないし6のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項8】前記給電素子が前記アンテナ本体の内部に埋設され、前記無給電素子が前記アンテナ本体の外周面に設けられていることを特徴とする請求項4ないし6のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項9】前記アンテナ本体が中空の柱状をなしていることを特徴とする請求項4ないし7のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項10】前記アンテナ本体が中空の柱状をなし、前記給電素子と前記無給電素子とが前記アンテナ本体の内周面に設けられていることを特徴とする請求項4に記載のアンテナ。

【請求項11】前記アンテナ本体が外周面に溝を有して断面略じ字状の柱状をなしており、前記給電素子が溝の壁面に設けられ、前記無給電素子が溝を間にして互いに逆側に位置する一側部外周面と他側部外周面とにそれぞれ設けられていることを特徴とする請求項4に記載のアンテナ。

【請求項12】前記アンテナ本体が板状をなし、前記給電素子がアンテナ本体の一方の面に設けられ、前記無給電素子が前記アンテナ本体の他方の面に設けられていることを特徴とする請求項3に記載のアンテナ。

【請求項13】前記給電素子の線状部の並び方向が前記アンテナ本体の軸線とほぼ平行な方向であることを特徴とする請求項4ないし11のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項14】前記給電素子の線状部の並び方向が前記アンテナにほぼ軸線とほぼ直交する方向であることを特徴とする請求項4ないし11のいずれかに記載のアンテナ。

ナ。

【請求項15】前記無給電素子の線状部の並び方向が前記アンテナ本体の軸線とほぼ平行な方向であることを特徴とする請求項13または14に記載のアンテナ。

【請求項16】前記無給電素子の線状部の並び方向が前記アンテナ本体の軸線とほぼ直交する方向であることを特徴とする請求項13または14に記載のアンテナ。

【請求項17】前記無給電素子の線状部の並び方向が前記アンテナ本体の軸線と斜交する方向であることを特徴とする請求項13または14に記載のアンテナ。

【請求項18】前記給電素子と前記無給電素子とが形成された前記フレキシブルプリント基板が前記アンテナ本体に固定されていることを特徴とする請求項3から17のいずれかに記載のアンテナ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、携帯電話等の移動体通信用アンテナとして用いるのに好適なアンテナに関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、この種のアンテナにおいては、小型化するという要望と、周波数帯域を広帯域化するという要望とがある。小型化という要望に応えるものとしては特開昭56-712号公報に記載のものがあり、広帯域化という要望に応えるものとしては特開昭63-171004号公報に記載のものがあ

【0003】特開昭56-712号公報に記載のアンテナは、アンテナエレメント（給電素子）を、所定の長さを有する多数の線状部を横列に並べるとともに、隣接する線状部の端部どうしを折り返し部で連結してジグザグ状に形成することにより、アンテナの小型化を達成するものである。

【0004】一方、特開昭63-171004号公報に記載のアンテナは、3つの誘電体基板を互に対向して配置し、これら3つの誘電体基板のうちの中央の誘電体基板に給電素子を設ける一方、両側の誘電体基板に無給電素子を設けたものであり、無給電素子の長さまたは取り付け位置を変えることによって広帯域化を達成している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】前者の公報に記載のものは、アンテナの小型化をなし得るが広帯域化を達成することができない。一方、後者に記載のものは、広帯域化をなし得るが小型化を達成することができない。このように、従来のアンテナは、小型化と広帯域化とを同時に達成することができないという問題があった。

【0006】この発明は、上記問題を解決するためになされたもので、小型化と広帯域化とを同時に達成することができるアンテナを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記の目的を達成するために、互いに離れて配置され、かつ互いに異なる共振周波数を有する給電素子と少なくとも1つの無給電素子とを備えており、前記給電素子と前記無給電素子とがほぼ一列横線状に並べられた多数の線状部の端部を折り返し部によって順次連結することによってそれぞれジグザグ状に形成されていることを特徴とするものである。

【0008】

【作用】給電素子と無給電素子とをそれぞれジグザグ状に形成することにより、アンテナ全体を小型化することができる。

【0009】また、給電素子に供給された電力は、給電素子から放射されると同時に無給電素子を励起する。この結果、無給電素子からも放射される。この場合、給電素子の共振周波数と無給電素子の共振周波数とを互いに異なるものとしているので、無給電素子からは給電素子から放射される周波数と異なる周波数の電波が放射される。したがって、アンテナ全体の周波数帯域を広帯域化することができる。

【0010】

【実施例】以下、この発明の実施例について図1ないし図19を参照して説明する。図1は、この発明に係るアンテナAを示すものであり、このアンテナAはフレキシブルプリント基板（以下、プリント基板と略称する。）1を備えている。このプリント基板1は、柔軟性を有する樹脂、例えばポリイミド樹脂、四弗化エチレン樹脂、ポリエチレン樹脂等の誘電体たる樹脂を薄い板状に形成したものであり、横長の長方形に形成されている。プリント基板1の下辺右側部には突出片1aが形成されている。この突出片1aの先端部には貫通孔1bが形成されている。

【0011】上記プリント基板1の一方の面には、右側部分に給電素子2が、中央部から左側部にわたる部分に無給電素子3が印刷等の手段によってそれぞれ形成されている。

【0012】給電素子2は、プリント基板1の横方向に延びる多数の線状部2aを有している。各線状部2aは、互いに平行に、しかもそれぞれの中央部が突出片1aの延長上に位置する一列横線状に並べられている。したがって、線状部2aの並び方向は、プリント基板1の縦方向と一致している。また、各線状部2aは、プリント基板1の縦方向に延びる折り返し部2bにより、隣接するものどうしの端部が一側側と他端側とで交互に連結されている。すなわち、一の線状部2aの左端部は、これと下側において隣接する他の線状部2aの左端部と折り返し部2bを介して連結され、一の線状部2aの右端部は、これと上側において隣接する他の線状部2aの右端部と折り返し部2bを介して連結されている。このように連結されることにより、給電素子2は全体として幅

W₁、長さL₁のジグザグ状をなしている。

【0013】なお、最も下側に位置する線状部2aからは、接続線部2cが突出片1a上を貫通孔1bまで延びており、この接続線部2cは高周波発生回路Fを介して接地されている。

【0014】給電素子2の各部の寸法は、次のようにして決定される。すなわち、ジグザグ状をなす給電素子2を真つすぐに延ばした場合の全長は、送受信すべき電波の波長をλとしたとき、ほぼλ/4として決定される。

このような全長を有する給電素子2をジグザグ状にすることにより、長さL₁を短くすることができる。長さL₁をより短くするには、幅W₁を広くするか、線状部2aの幅t₁および2つの線状部2a、2aの間隔s₁を狭くすることによって線状部2aの数を増やせばよい。しかし、幅W₁については、波長λより十分に小さくする必要がある。また、幅t₁を狭くすると導体損失が大きくなり、間隔s₁を狭くすると帯域幅が狭くなってしまふ。このような点を考慮し、幅W₁、幅t₁、間隔s₁については実験によって定める。この実施例では、送受信する電波の周波数が810MHzであり、L₁=22mmとするために、幅W₁を10mmとし、幅t₁を0.5mmとし、間隔s₁を0.5mmとしている。

【0015】無給電素子3も、給電素子2と同様に、線状部3aと折り返し部3bとから構成され、全体としてジグザグ状をなしている。ただし、この実施例の場合、無給電素子3の線状部3aは、プリント基板1の縦方向に延びており、無給電素子3の線状部3aの並び方向はプリント基板1の横方向と一致している。

【0016】ジグザグ状をなす無給電素子3を真つすぐに延ばした場合の全長は、周波数帯域を広帯域化するために、無給電素子3の共振周波数が給電素子2の共振周波数と若干異なるように定められる。この場合、無給電素子3の共振周波数については、給電素子2の共振周波数より大きくしても小さくしてもよいが、いずれの場合においても、両者の差が給電素子2の共振周波数の±20%以内になるように定めるのがよい。なお、無給電素子3の共振周波数がそのような範囲にある限り、長さL₂、幅W₂、線状部3aの幅t₂および2つの線状部3a、3aの間隔s₂は任意であるが、通常は給電素子2の各部の寸法と同様な点を考慮して決定する。

【0017】上記給電素子2と上記無給電素子3とは、互いに離して配置されている。給電素子2と無給電素子3との間隔dは、図2に示すように、それを大きくすると周波数帯域が狭くなり（曲線イ）、小さくすると周波数帯域が広がる（曲線ロ）傾向にある。ただし、間隔dを過度に小さくすると、曲線ロから明らかなように、共振周波数が2山化してそれらの間に利得の小さい範囲が生じる。したがって、間隔dについては、用途に応じて適宜決定するようにする。

【0018】上記構成のアンテナAにおいては、給電素

子2および無給電素子3をジグザグ状に形成しているの
で、真すくに延ばした場合に比して全体を小型化する
ことができる。しかも、給電素子2と共振周波数が若干
異なる無給電素子3を有しているの、周波数帯域を広
帯化するすることができる。

【0019】上記アンテナAは、例えば図15または図
16に示すようにして用いられる。すなわち、図15は
アンテナAを携帯電話機の通信移動体に用いた例を示す
ものであり、アンテナAは、プリント基板1を通信移動
体のケーシングの背面板部の内面に接着等によって取り
付けられている。また、図16はアンテナAを通信移動
体に用いた他の例を示すものであり、プリント基板1
は、給電素子2がケーシングの正面板部の内面に対向
し、無給電素子3がケーシングの側面板部の内面に対向
するようにして取り付けられている。

【0020】この発明は、上記実施例に限定されるもの
でなく、種々の変形が可能である。以下、この発明の他
の実施例を説明する。なお、以下の実施例においては、
上記実施例と異なる構成についてのみ説明することとし、
上記実施例と同様な部分には同一符号を付してその説
明を省略する。

【0021】図3に示すアンテナは、給電素子2の線状
部2aをプリント基板1の縦方向に沿って延ばしたもの
であり、線状部2aの並び方向がプリント基板1の横方
向と一致している。図4に示すアンテナは、無給電素子
3の線状部3aをプリント基板1の横方向に延ばしたもの
であり、線状部3aの並び方向がプリント基板1の縦方
向と一致している。図5に示すアンテナは、無給電素子
3の線状部3aをプリント基板1の縦方向とほぼ45°
の角度をもって延ばしたものであり、線状部3aは、
プリント基板1の縦および横方向と45°の角度をもっ
て交差する方向と一致している。なお、図3～図5に示
す給電素子2と無給電素子3とは、相互に組み替えるよ
うにしてもよい。

【0022】また、図6は、給電素子2の他の例を示す
ものであり、この給電素子2においては、隣接する線状
部2a、2aどうしが互いに逆方向へ僅かに傾斜し、折
り返し部2bにおいて互いに交差している。この給電素
子2における線状部2aの並び方向は、紙面の上下方向
である。なお、無給電素子3をこのように構成してもよ
いことは勿論である。

【0023】さらに、上記の各実施例は、プリント基板
1に給電素子2および無給電素子3を形成したものをアン
テナとしているので、柔軟性を有している反面、形状
が一定しない。そこで、プリント基板1を一定形状を有
する部材（アンテナ本体）に固定することにより、アン
テナに一定形状を付与することができる。

【0024】図7および図8は、そのような観点に基づ
く実施例であり、この実施例のアンテナBは、コネクタ
4、アンテナ本体5、上記プリント基板1およびカバー

6を備えている。

【0025】コネクタ4は、アンテナBを携帯電話機等
の通信移動体に取り付けるためのものであり、金属製の
雄ねじ部4aを有している。そして、この雄ねじ部4a
を通信移動体に螺合させることにより、アンテナBを通
信移動体に取り付けるとともに、電気的に接続するよう
になっている。雄ねじ部4aの上端面中央部には、接続
突起4bが一体に形成されている。また、雄ねじ部4a
の上端面には、支持板4cが固定されている。この支持
板4cは、ポリエチレン等の誘電体からなるものであり、
円板状をなし、厚さは接続突起4bの高さより低くな
っている。したがって、接続突起4bは支持板4cから
突出している。

【0026】アンテナ本体5は、ポリエチレン等の誘電
体からなるものであり、筒状に形成されている。このア
ンテナ本体5の下端部内周面には環状溝5aが形成され、
下端部外周面には環状突出部5bが形成されている。さ
らに、アンテナ本体5の下端部には、切欠き5cが形成
されている。アンテナ本体5は、環状溝5aにコネクタ4
の支持板4cを嵌合させて接着することにより、コネク
タ4に一体的に取り付けられている。

【0027】また、アンテナ本体5の外周面には、上記
プリント基板1が給電素子2および無給電素子3を外周
面に接触させた状態で巻回され、接着等の手段によって
固定されている。この場合、プリント基板1の横方向が
アンテナ本体5の周方向と一致するように巻回されてい
る。したがって、線状部2aの並び方向はアンテナ本体
5の軸線と平行になっており、線状部3aの並び方向は
アンテナ本体5の軸線と直交する方向になっている。ま
た、プリント基板1の突出片1aは、切欠き5cを介して
アンテナ本体5の内部に通されており、突出片1aの貫
通孔1bに接続突起4bが挿通されている。そして、接
続突起4bと接続線部2cとをはんだ付けすることによ
り、両者が接続され、ひいては給電素子2が通信移動
体に接続されるようになっている。

【0028】なお、アンテナ本体5は、その外周長がプ
rint基板1の横径Wとほぼ同一か若干短くなっている。
仮に、同一である場合には、プリント基板1をアン
テナ本体5に巻回すると、給電素子2と無給電素子3と
の間には間隔dのみならず、図1における給電素子2の
右端部と無給電素子3の左端部との間に、

$$W - (W_1 + d + W_2)$$

なる間隔が生じる。この間隔が上記間隔dより小さい
と、それによって周波数帯域が決まってしまう、周波数
帯域を間隔dによって管理することができなくなってしまう。
そこで、

$$d < W - (W_1 + d + W_2)$$

を満たすようにするのがよい。

【0029】上記カバー6は、プリント基板1、特に給
電素子2および無給電素子3を保護するためのものであ

り、誘電体により有底筒状に形成されている。そして、カバー6の内部には、その下端面にアンテナ本体5の環状突出部5bが突き当たるまでアンテナ本体5が挿入されており、カバー6の下端面と環状突出部5bとが接着固定されている。

【0030】上記のアンテナBにおいては、アンテナ本体5を筒状（中空の柱状）にしているが、中実の柱状にしてもよい。また、アンテナ本体5の外周面にプリント基板1を巻回するに際しては、給電素子2および無給電素子3をアンテナ本体5の外周面に対向させているが、それらを外側に付けてプリント基板1を巻回するようにしてもよく、あるいはプリント基板1を巻回することなく、給電素子2および無給電素子3をアンテナ本体5に直接形成してもよい。さらに、アンテナ本体5に巻回するプリント基板としては、図3～図5にそれぞれ示すもの、その他前述した変形例（例えば、図6に示す給電素子を採用したもの）等であってもよい。これらの点は、特にことわる場合を除き、以下に述べるアンテナBの変形例においても同様である。

【0031】なお、図3に示すプリント基板1をアンテナ本体5に巻回した場合には、線状部2aの並び方向がアンテナ本体5の軸線と直交する方向になり、図4に示すプリント基板1をアンテナ本体5に巻回した場合には、線状部3aの並び方向がアンテナ本体5の軸線と平行になり、図5に示すプリント基板1をアンテナ本体5に巻回した場合には、線状部3aの並び方向がアンテナ本体5の軸線と交差する方向になる。

【0032】図9に示すアンテナは、アンテナ本体5を断面正方形の柱状にし、その一側面（外周面）に給電素子2を設ける一方、給電素子2が設けられた側面と異なる3つの側面のうちのいずれか1つまたは複数の側面に無給電素子（図示せず）を設けたものである。

【0033】図10に示すアンテナは、アンテナ本体5を断面六角形の柱状にし、その一側面（外周面）に給電素子2を設ける一方、給電素子2が設けられた側面と対向する側面に無給電素子（図示せず）を設けたものである。給電素子2が設けられた側面と対向する側面に無給電素子を設ける代わりに、給電素子2が設けられた側面に対して1つ飛びに存する2つの側面に無給電素子をそれぞれ設けるようにしてもよく、無給電素子を設ける側面は給電素子2が設けられた側面以外の側面であれば任意である。なお、複数の無給電素子をアンテナ本体5の周方向に互いに離して設ける点は、アンテナ本体5を断面円形に形成する場合にも適用することができる。

【0034】図11に示すアンテナは、アンテナ本体5を板状にしたものであり、アンテナ本体5の一方の面に給電素子2が設けられるとともに、他方の面に無給電素子（図示せず）が設けられている。

【0035】図12に示すアンテナは、アンテナ本体5を中空の柱状（筒状）にし、その内周面に給電素子（図

示せず）と無給電素子3とを設けたものである。

【0036】図13に示すアンテナは、アンテナ本体5を断面円形で中実の柱状にし、その内部に給電素子2を埋設するとともに、アンテナ本体5の外周面の給電素子2と対向する1または2箇所に無給電素子（図示せず）を設けたものである。

【0037】さらに、図14に示すアンテナは、断面円形で中実のアンテナ本体5の外周面にその中央よりさらに深く掘り下げられた溝5dを形成することにより、アンテナ本体5を断面U字状にしたものであり、プリント基板1のうちの給電素子2が形成された部分が溝5dに挿入されてその壁面に固定されるとともに、プリント基板1の他の部分がアンテナ本体5の外周面に巻回固定されている。勿論、無給電素子3は、給電素子2と対向するように配置される。この場合も無給電素子3を2つ配置することが可能である。

【0038】上記のように、一定形状を有するアンテナ本体5に給電素子2および無給電素子3を設けたアンテナは、通常、携帯電話器等の通信移動体に外部アンテナとして設置される。例えば、図17に示す通信移動体は、図7および図8に示すアンテナBが設置されたものである。なお、この場合には、アンテナBの指向特性が図18に示すように、給電素子2と無給電素子3の一および移動体の形状によって変化するので、指向特性が低い部分をスピーカー側に向け、当該指向特性の低い部分が通信移動体の使用時には使用者の頭部側を向くようにしておくのがよい。また、図19は図8に示すアンテナが設けられた通信移動体を示すものである。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、この発明のアンテナによれば、給電素子および無給電素子をそれぞれジグザグ状に形成するとともに、給電素子と無給電素子との共振周波数を僅かに異なる周波数に設定しているので、アンテナの小型化と広帯域化とを同時に達成することができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例を示す正面図である。

【図2】図1に示す実施例の利得特性を示す図である。

【図3】この発明の他の実施例を示す正面図である。

【図4】この発明の他の実施例を示す正面図である。

【図5】この発明の他の実施例を示す正面図である。

【図6】この発明に係る給電素子の他の例を示す図である。

【図7】この発明の他の実施例を示す図であって、図7（A）はカバーを省略して示す正面図、図7（B）は一部切欠き側面図、図7（C）は図7（A）のC-C矢視断面図である。

【図8】図7に示す実施例の分解斜視図である。

【図9】この発明の他の実施例を示す斜視図である。

【図10】この発明の他の実施例を示す斜視図である。

9

10

【図 1 8】図 2 および図 3 に示すアンテナの指向特性を示す図である。

【図 1 9】図 9 に示すアンテナが設置された通信移動体を示す斜視図である。

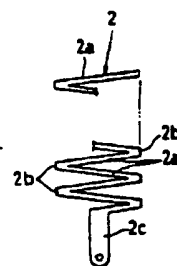
【符号の説明】

A アンテナ
B アンテナ
1 フレキシブルプリント基板
2 給電素子
3 無給電素子
5 アンテナ本体

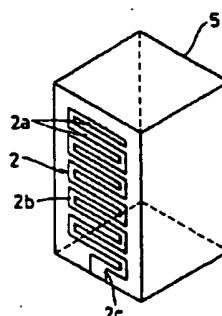
3 無給電素子
5 アンテナ本体

【図 17】図 2 および図 3 に示すアンテナが設置された通信移動体を示す斜視図である。

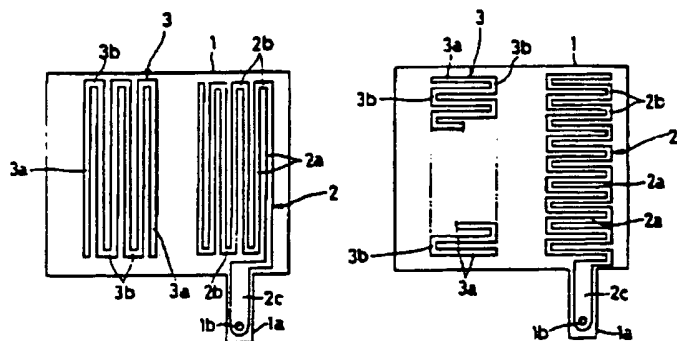
【圖 6】



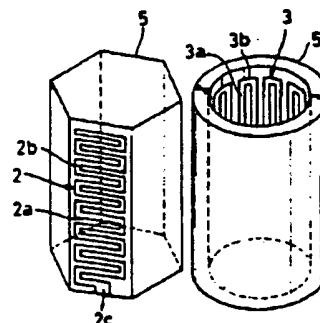
【图 9】



【圖 4】



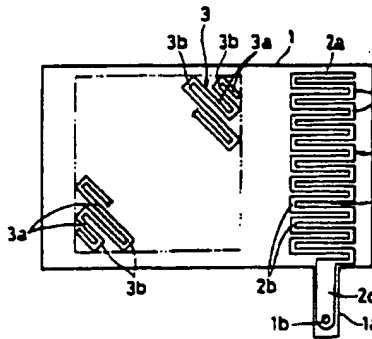
【例 12】



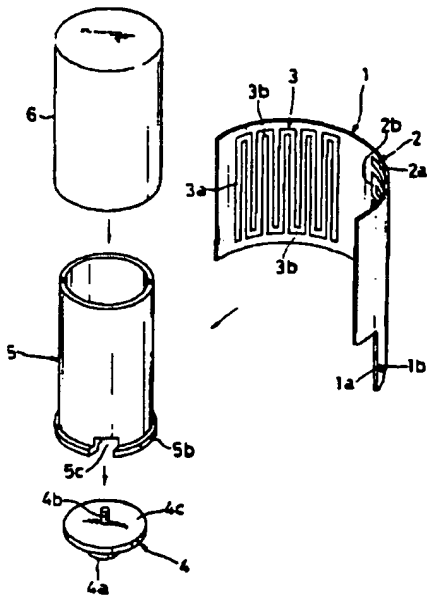
(7)

特開平5-347507

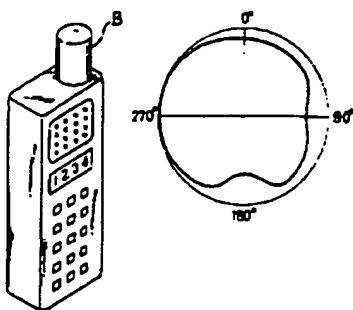
【図5】



【図8】

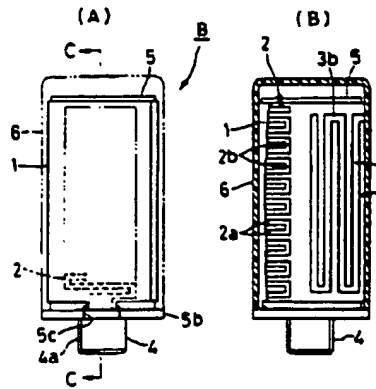


【図17】



【図18】

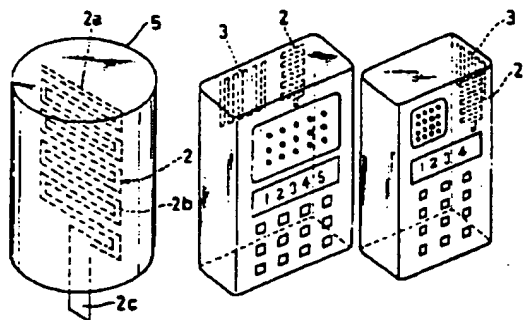
【図7】



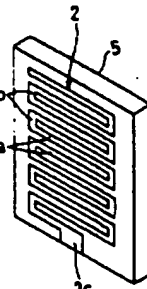
【図13】

【図15】

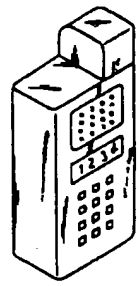
【図16】



【図11】



【図19】



特開平5-347507

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKewed/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.